

10/525163  
PCT/EP 03/08844

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 05 SEP 2003  
WIPO PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 39 099.1

Anmeldetag: 26. August 2002

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen von Periodendauerschwankungen periodischer Signale

IPC: G 01 R 29/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Slack

A 9161  
02/00  
EDV-L

BEST AVAILABLE COPY

## Zusammenfassung

## Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen von Periodendauerschwankungen periodischer Signale

5

Zur Bestimmung der Periodendauer (3) eines ersten Signals (1) ist es bekannt, diese durch Zählen von Perioden eines zweiten Signals (2) mit geringerer Periodendauer (4) zu messen. Das Messergebnis (m) hängt sowohl von Schwankungen der Periodendauer (3) des ersten Signals (1) als auch von den akkumulierten Schwankungen der Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) ab. Um die Schwankungen der Periodendauer (3) des ersten Signals (1) auch bei nicht zu vernachlässigenden Schwankungen der Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) messen zu können, wird die Messung erfindungsgemäß für zwei verschiedene Werte der Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) durchgeführt. Aus diesen beiden Werten können voneinander unabhängig sowohl die Schwankungen der Periodendauer (3) des ersten Signals (1) als auch die akkumulierten Schwankungen der Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) berechnet werden. Mit Hilfe des Verfahrens können insbesondere die Periodendauerschwankungen eines von einem Phasenregelkreis (5) stammenden ersten Signals (1) erfasst werden.

(Figur 1)

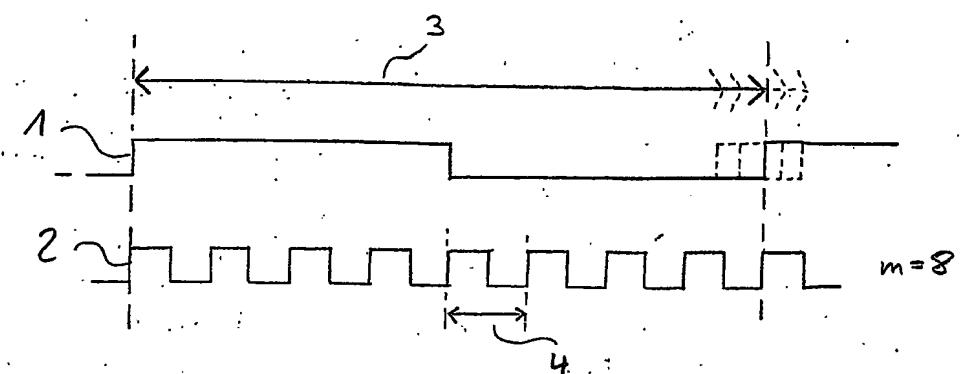


Fig. 1

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen von Periodendauerschwankungen periodischer Signale

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Erfassen von Periodendauerschwankungen eines periodischen ersten Signals und/oder eines periodischen zweiten Signals, wobei die Periodendauer des zweiten Signals kleiner als die des ersten Signals ist und eine Referenzanzahl von Perioden des zweiten Signals ermittelt wird, die während einer bestimmten Anzahl von Perioden des ersten Signals auftreten.

15 Bei periodischen Signalen treten nachteiligerweise auch Schwankungen der Periodendauer auf. Dies kann beispielsweise in der Digitaltechnik dazu führen, dass flankengesteuerte Vorgänge zu früh oder zu spät ausgelöst werden und Fehlfunktionen auftreten. Wenn beispielsweise bei einer seriellen Datenübertragung zur Datenrückgewinnung in einem festgelegten Takt der analoge Wert oder der digitale Zustand einer Leitung abgetastet werden muss, können Periodendauerschwankungen des Abtasttakts dazu führen, dass Fehler bei der Datenrückgewinnung auftreten, da die Abtastung zu einem falschen Zeitpunkt durchgeführt wird.

Zur Messung der Schwankungen der Periodendauer eines periodischen ersten Signals ist es bekannt, die Dauer einer Periode des ersten Signals wiederholt mit Hilfe eines periodischen zweiten Signals zu messen, dessen Periodendauer geringer als die Periodendauer des ersten Signals ist. Dabei wird eine Referenzanzahl von Perioden des zweiten Signals ermittelt, die während einer Periode des ersten Signals auftreten bzw. diese einer Periode einbeschrieben werden können. Die Periodendauer des ersten Signals entspricht dabei der Referenzanzahl multipliziert mit der Periodendauer des zweiten Signals. Dabei tritt ein Quantisierungsfehler auf, da die Periodendauer des

ersten Signals nur mit einer ganzzahligen Anzahl von Perioden des zweiten Signals aufgelöst wird, wobei der Quantisierungsfehler mit sinkender Periodendauer des zweiten Signals sinkt. Weiterhin wirken sich auch Periodendauerschwankungen des zweiten Signals auf die Messung aus, wobei sich in Bezug auf das zweite Signal die akkumulierten Periodendauerschwankungen bemerkbar machen, das in einem Messzeitraum sich die Periodendauerschwankungen der Referenzanzahl an Perioden des zweiten Signals addieren. Die Periodendauerschwankungen des zweiten Signals wirken sich also umso stärker auf das Messergebnis aus, je größer die Referenzanzahl ist.

In Figur 1 ist das Grundprinzip dieses Messverfahrens dargestellt. Dabei wird eine Referenzanzahl  $m$  an Perioden des zweiten Signals 2 ermittelt, die in eine Periode des ersten Signals 1 einbeschrieben werden können. Die Periodendauer des ersten Signals 1 ist mit der Bezugsziffer 3 versehen und unterliegt Periodendauerschwankungen, die gestrichelt dargestellt sind. Um die Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 zu erfassen, wird bekannterweise ein Signal 2 mit sehr geringen Periodendauerschwankungen verwendet, so dass die Periodendauer von einzelnen Perioden des ersten Signals 1 mit hoher Genauigkeit gemessen werden kann. Wenn umgekehrt das Signal 1 mit einer hohen Genauigkeit und sehr geringen Periodendauerschwankungen vorliegt, können die akkumulierten bzw. aufsummierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals erfasst werden. Durch mehrfache Messungen von Referenzanzahlen  $m$  können somit die Periodendauerschwankungen des ersten Signals oder die akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals gemessen werden, abhängig davon, welches Signal mit hoher Genauigkeit bzw. mit geringen Periodenschwankungen vorliegt.

Nachteiligerweise erfordert dies jedoch zumindest ein hochgenaues Signal mit sehr geringer Periodendauerschwankung.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zu schaffen, mit denen Periodendauerschwankungen eines periodischen ersten Signals durch Zählen einer einer Periode des ersten Signals einbeschreibbaren Referenzanzahl von Perioden eines höherfrequenten periodischen zweiten Signals mit geringem Aufwand zu schaffen, wobei keine hochgenauen Referenzsignale benötigt werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Referenzanzahl von Perioden des zweiten Signals ermittelt, die einer oder mehrerer Perioden des ersten Signals einbeschreibbar sind. Die Messung dieser Referenzanzahl wird dabei für zwei verschiedene Periodendauern des zweiten Signals durchgeführt. Abhängig von der Periodendauer des zweiten Signals ändert sich auch die Referenzanzahl und der Einfluss der Periodendauerschwankungen des zweiten Signals auf die Genauigkeit der Messung.

In Figur 2 ist für ein erstes Signal mit einer gegebenen Periodendauer über die Referenzanzahl  $m$  die Standardabweichung  $\sigma$  mehrerer Messungen der Periodendauer des ersten Signals 1 durch Zählen einbeschreibbarer Perioden des zweiten Signals 2. Die Standardabweichung  $\sigma$  bezieht sich somit auf den Gesamtfehler der Messung, der sowohl von Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 als auch von der akkumulierten Periodendauerschwankung des zweiten Signals 2 abhängt. Die Referenzanzahl  $m$  ist proportional abhängig zum Kehrwert der Periodendauer 4 des zweiten Signals 2. Die Standardabweichung  $\sigma$  wird als Maß für die Periodendauerschwankungen herangezogen.

Der Verlauf in Figur 2 kann in drei Bereiche A bis C eingeteilt werden. Im Bereich A wird auf Grund der geringen Referenzanzahlen  $m$  der Verlauf der Standardabweichung im Wesentlichen durch den Quantisierungsfehler bestimmt, der proportional zur Periodendauer  $4$  des zweiten Signals 2 bzw. umgekehrt proportional zur Referenzanzahl  $m$  ist. Im Bereich A fällt der Verlauf der Standardabweichung mit steigenden Referenzanzahlen  $m$  und erreicht im Bereich B sein Minimum.

10 Im Bereich B wird die Standardabweichung sowohl durch die Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 als auch des zweiten Signals 2 bestimmt. Bei steigendem Wert der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 wird der Verlauf im Bereich des Minimums angehoben und verflacht.

15 Anschließend steigt der Verlauf der Standardabweichung mit steigenden Referenzanzahlen  $m$  an. Der Verlauf in diesem Bereich verhält sich im Wesentlichen proportional zur Quadratwurzel der Referenzanzahl  $m$ .

20 Erfindungsgemäß wird nun die Messung mehrfach für zwei verschiedene Werte der Periodendauer  $4$  des zweiten Signals 2 durchgeführt. Für eine bestimmte Referenzanzahl  $m$  berechnet sich die Standardabweichung  $\sigma$  für die Gesamtmessung gemäß

$$\sigma^2 = a^2 + 2ay\rho + y^2$$

Für näherungsweise normal verteilte Periodendauerschwankungen  $\sigma_1$  des ersten Signals 1 und  $\sigma_2$  des zweiten Signals 2 kann ein  
30 Regressionskoeffizient  $r$  bestimmt werden gemäß

$$r = \rho \cdot x ,$$

wobei  $x = y/a$ ,  $y = \sigma_1$  und  $a = \sigma_2 \cdot \sqrt{m}$  ist.

35 Die Berechnung der Standardabweichung  $\sigma$  für die gesamte Messung an den Stellen  $m_0$  und  $m > m_0$  führt auf die Gleichungen

$$\sigma = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_2^2 m_0 \frac{m}{m_0} (1+2r)(1-A)} \text{ und}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_0^2 / A - \sigma_1^2 (1-A) / A}$$

5

für die Periodendauerschwankungen der beiden Signale 1, 2 bzw. deren Standardabweichungen  $\sigma_2 \sqrt{m_0}$  gleich den akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 und die Periodendauerschwankungen bzw. die Standardabweichung des ersten Signals gleich  $\sigma_1$  in Abhängigkeit der gemessenen Größen  $m_0$ ,  $\sigma_0$  und  $m$ ,  $\sigma$ . Der Regressionskoeffizient  $A$  ist zusammengesetzt aus den Regressionskoeffizienten  $m_0$ ,  $r_0$  und  $m$ ,  $r$ . Dabei berechnet sich  $A$

15

$$A = \left( \frac{m_0}{m} \right) \left( \frac{1+2r_0}{1+2r} \right)$$

Im folgenden sind für mehrere Verhältnisse von  $m$  zu  $m_0$  die sich daraus ergebenden Regressionskoeffizienten angegeben:

$m/m_0$	1,69	2,0	2,47	4,0
$r$	0,0323	0,0189	0,0094	0,0009
$r_0 = 0,1601$				
$A$	0,7361	0,6387	0,5267	0,331

20

Zur Veranschaulichung ist in Figur 3 ein Diagramm dargestellt, in dem nach rechts die Standardabweichung  $\sigma_B$  der Gesamtmeßung für eine erste Periodendauer des zweiten Signals 2 und nach oben die Standardabweichung  $\sigma_c$  der Gesamtmeßung für eine zweite geringere Periodendauer des Signals 2 aufgetragen ist. Ein bestimmter Punkt in diesem Diagramm gibt für bestimmte Werte der Standardabweichung  $\sigma_1$  der Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 und der akkumulierten Standardabweichung  $\sigma_2 \sqrt{m}$  der Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 die Werte für die Standardabweichungen  $\sigma_B$  und

25

30

## 6.

$\sigma_c$  des Gesamtfehlers wieder, die sich bei Durchführung der Messung mit den zwei verschiedenen Periodendauern 4 des zweiten Signals 2 einstellen. In dem Diagramm sind beispielhaft zwei Gruppen von Linien eingezeichnet, die die Standardabweichungen der Gesamtmessung für die beiden Periodendauern des zweiten Signals 2 bei konstanter Standardabweichung  $\sigma_1$  der Periodenschwankung des ersten Signals 1 bzw. bei konstanter Standardabweichung  $\sigma_2\sqrt{m}$  der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 darstellen.

10

Die im Wesentlichen waagrecht und gerade verlaufende Kurvenschar bezeichnet den Fall, dass die Standardabweichung der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 konstant ist, wobei mit dem nach oben gerichteten Pfeil, der mit  $\sigma_2\sqrt{m}$  gekennzeichnet ist, die Richtung angegeben ist, in der die Standardabweichung der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 ansteigt.

20

Die andere im Wesentlichen senkrecht verlaufende und oben gekrümmte Kurvenschar stellt den Fall dar, dass die Standardabweichung der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 konstant ist, wobei der nach rechts gerichtete Pfeil, der mit  $\sigma_1$  gekennzeichnet ist, die Richtung angibt, in der die Standardschwankungen der Periodendauer des ersten Signals 1 ansteigt. Zusätzlich ist eine durch den Ursprung gehenden im Wesentlichen winkelhalbierende Hilfsgerade eingezeichnet, deren Steigung der Kehrwert der Wurzel des Regressionskoeffizienten A ist und die die Asymptote für die Kurvenschar für konstante Standardabweichung  $\sigma_1$  der Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 darstellt.

30

Erfindungsgemäß können nun für 2 Werte  $\sigma_B$  und  $\sigma_C$  der Standardabweichung der Gesamtmessung für zwei verschiedene Periodendauern 4 des zweiten Signal 2 in dem Diagramm die Werte für die Standardabweichung der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 sowie die Standardabweichung der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 abgelesen

werden. Dazu werden aus den beiden Kurvenscharen die Kurven  $\sigma_1 = \text{konstant}$  und  $\sigma_2 \cdot \sqrt{m} = \text{konstant}$  ausgewählt, deren Schnittpunkt den gewünschten Ort in der Ebene  $\sigma_B, \sigma_C$  markiert. Diese Werte können auch rechnerisch bestimmt werden nach den Gleichungen

$$\sigma_{acc} = \sigma_2 \sqrt{m_0} = \sqrt{\frac{\sigma^2 - \sigma_0^2}{\frac{m}{m_0}(1+2r)(1-A)}}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sigma^2 A}{1-A}}$$

Mit Hilfe der Messung mit zwei verschiedenen Periodendauern des zweiten Signals 2 können somit die Periodendauerschwankungen sowohl des ersten Signals 1 sowie in akkumulierter Form des zweiten Signals 2 getrennt voneinander berechnet werden. Dies bedeutet, dass vorteilhaft erweist kein hochgenaues Referenzsignal mit besonders geringen Periodendauerschwankungen erforderlich ist.

Auf diese Weise kann die Periodendauerschwankung des ersten Signals und/oder des zweiten Signals mit geringem Aufwand ermittelt werden, wodurch auch die kostengünstige Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens als Selbsttestroutine in integrierten Halbleitern möglich wird. Beispielsweise bietet sich dies bei Phasenregelkreisen an, um die Periodendauerschwankungen des Ausgangssignals überprüfen zu können. Ein derartiger Phasenregelkreis kann beispielsweise bei der Datenübertragung zur Datenrückgewinnung beispielsweise in DSL-Datenübertragungssystemen eingesetzt sein.

Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es grundsätzlich unerheblich, wie oft die Messung durchgeführt wird. Da es sich bei der Auswertung der Standardabweichung als Maß für Periodendauerschwankungen um ein statistisches Verfahren handelt, werden vorteilhaft erweist die Messungen

für die zwei verschiedenen Periodendauern des zweiten Signals 2 oft wiederholt, um zuverlässigere Werte zu erzielen. Das Verfahren kann dabei von einem Mikroprogramm gesteuert selbstständig, in einem integrierten Schaltkreis oder einer entsprechenden Vorrichtung ablaufen, beispielsweise beim Einschalten.

Bislang ist der Fall beschrieben worden, dass die Messung für nur zwei verschiedene Periodendauern 4 für das zweite Signal 2 durchgeführt wird. Daneben ist es jedoch auch denkbar, für drei oder mehr verschiedene Werte für die Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 die Messung durchzuführen, wodurch sich andere Gleichungen ergeben und sich u.U. ein überbestimmtes Gleichungssystem ergibt, aus dem eine Optimierungsaufgabe abgeleitet werden kann, bei der beispielsweise nach dem Verfahren der kleinsten Fehlerquadrate die Werte für die Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 und der akkumulierten Periodendauerschwankung des zweiten Signals 2 ermittelt werden können.

20

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigegebte Zeichnung näher erläutert.

Figur 1 zeigt die zeitlichen Verläufe eines ersten und eines zweiten Signals mit verschiedenen Periodendauern,

30

Figur 2 zeigt den Verlauf der Standardabweichung der Messung der Periodendauer eines Signals mit Hilfe der Zählung von Perioden des zweiten Signals mit geringerer Periodendauer,

35

Figur 3 zeigt für verschiedene Kombinationen der Periodendauerschwankung des ersten und des zweiten Signals die sich bei Messung bei verschiedenen Periodendauern des zweiten Signals ergebenden Werte, und

Figur 4 zeigt den schematischen Schaltungsaufbau einer Vorrichtung zur Berechnung der Periodendauerschwankungen beider Signale.

- 5 In Figur 1 ist grundsätzlich der Verlauf eines periodischen ersten Signals 1 und eines periodischen zweiten Signals 2 dargestellt, wobei das erste Signal 1 eine Periodendauer 3 aufweist, die länger als die Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 ist. Die Periodendauer 3 des ersten Signals 1 soll 10 durch Auszählen der Perioden des zweiten Signals 2, die während der Periodendauer 3 des ersten Signals 1 auftreten, ermittelt werden. Die Anzahl dieser Perioden wird im folgenden als  $m$  bezeichnet. Im dargestellten Fall beträgt  $m = 8$ .
- 15 Die Periodendauer 3 des ersten Signals 1 ist dabei gewissen Schwankungen unterworfen, wie es gestrichelt angedeutet ist. Gleichermassen unterliegt auch die Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 gewissen Schwankungen, die in Figur 1 jedoch nicht dargestellt sind.
- 20 Im folgenden soll der Fall betrachtet werden, dass die mittlere Periodendauer des ersten Signals 1 im Wesentlichen konstant ist und mit Hilfe eines in der Periodendauer 4 einstellbaren zweiten Signals 2 gemessen werden soll. Bei Verringern der Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 bzw. Erhöhen der Frequenz des zweiten Signals 2 erhöht sich notwendigerweise die Anzahl  $m$ , die als Referenzanzahl bezeichnet wird.
- 30 In Figur 2 ist der Verlauf des Fehlers bei dieser Periodendauermessung über die Referenzanzahl aufgetragen, die wiederum umgekehrt proportional zur Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 ist. Als Maß für den Fehler bei der Ermittlung der Periodendauerschwankung nach dem vorgenannten Verfahren wird 35 in Figur 2 und im folgenden die Standardabweichung  $\sigma$  des Messergebnisses aufgetragen, die sich bei wiederholter Durchführung der Messung ergibt. In Figur 2 ist der Verlauf in

drei Bereiche A, B, C aufgeteilt. Im Bereich A ist die Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 hoch, so dass sich kleine Werte m ergeben und somit die Standardabweichung  $\sigma$  maßgeblich vom Quantisierungsfehler bestimmt wird, der sich umgekehrt proportional zur Referenzanzahl m verhält. Dementsprechend fällt der Verlauf für  $\sigma$  im Bereich A mit steigendem m. Im Bereich B besitzt der Verlauf der Standardabweichung ein Minimum, wobei in diesem Bereich die Standardabweichung im Wesentlichen gleichermaßen von den Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 als auch den Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 abhängt. Im Falle der Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 ist festzustellen, dass es sich immer um die akkumulierten Periodendauerschwankungen handelt, da während einer Messdauer mehrere Perioden des zweiten Signals 2 auftreten, deren Periodendauerschwankungen sich addieren.

Mit steigender Referenzanzahl m bzw. sinkender Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 steigt im Bereich C der Verlauf der Standardabweichung wieder an, da bei hoher Referenzanzahl m bzw. hoher Anzahl gezählter Perioden des zweiten Signals 2 der Einfluss der Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 zunimmt. In diesem Bereich verhält sich der Verlauf ungefähr proportional zur Quadratwurzel der Referenzanzahl m.

Zur Durchführung der Messung werden nun zwei Periodendauern bestimmt, wobei die erste Periodendauer so bestimmt wird, dass die entsprechende Referenzanzahl m bei der Messung beim Minimum des Verlaufs der Standardabweichung  $\sigma$  im Bereich B liegt und der zweite Wert der Periodendauer geringer ist und im Bereich C liegt. Für die beiden Werte der Periodendauer 4 des zweiten Signals 2 wird nun die Periodendauermessung für das erste Signal 1 mehrfach durchgeführt und zwei Werte für die Standardabweichung  $\sigma_B$  und  $\sigma_C$  ermittelt, wobei  $\sigma_B$  der Wert 30 der Standardabweichung ist, der für die im Bereich B liegende Referenzanzahl m ermittelt wurde. Entsprechendes gilt für den Wert  $\sigma_C$ .

In Figur 3 ist wie zuvor bereits beschrieben ein Diagramm dargestellt, dessen Ebene von den Werten für  $\sigma_B$  und für  $\sigma_C$  aufgespannt wird. In dieser Ebene sind anhand zweier beispielhafter Kurvenscharen die Orte angegeben, die sich in der Ebene von  $\sigma_B$  und  $\sigma_C$  für bestimmte Wertekombinationen für die Standardabweichung  $\sigma_1$  der Periodendauerschwankung des Signals 1 und die Standardabweichung  $\sigma_2 \cdot \sqrt{m}$  der akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 ergeben.

10

Die im Wesentlichen waagrecht und gerade verlaufende Kurvenschar bezeichnet die Ortskurven, auf denen die Standardabweichung  $\sigma_2 \cdot \sqrt{m}$  der Periodendauerschwankung des zweiten Signals 2 konstant ist, wohingegen die im Wesentlichen senkrechte und oben gekrümmte verlaufende Kurvenschar die Orte angibt, auf denen die Standardabweichung  $\sigma_1$  der Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 konstant ist. Der nach rechts gerichtete und mit  $\sigma_1$  bezeichnete Pfeil gibt die Richtung an, in der die Kurven mit höherer Standardabweichung der Periodendauerschwankung des ersten Signals 1 liegen. Entsprechendes gilt für den nach oben gerichteten und mit  $\sigma_2 \cdot \sqrt{m}$  bezeichneten Pfeil für steigende Werte der Standardabweichung der akkumulierten Periodendauerschwankung des zweiten Signals 2.

20

Zur graphischen Lösung kann in diesem in Figur 3 dargestellten Diagramm der Ort markiert werden, der sich aus den beiden gemessenen Werten für  $\sigma_B$  und  $\sigma_C$  für die beiden unterschiedlichen Periodendauern des zweiten Signals 2 ergibt. Anschließend wird ermittelt, welche zwei Kurven der beiden Kurvenscharen sich in diesem Ort schneiden und kann davon abhängig der Wert  $\sigma_1$  für die Standardabweichung der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 und der Wert  $\sigma_2 \cdot \sqrt{m}$  für die akkumulierten Periodendauerschwankungen des zweiten Signals 2 ermittelt werden.

30

In Figur 4 ist eine rechnerische Lösung dargestellt, wobei der Fall behandelt werden soll, dass das erste Signal 1 das

Ausgangssignal eines Phasenregelkreises 5 ist und das zweite Signal 2 das Ausgangssignal eines Referenzoszillators 6 ist, dessen Periodendauer bzw. Frequenz eingestellt werden kann bzw. zumindest zwischen zwei Werte umgeschaltet werden kann.

5 Von den beiden Signalen 1, 2 wird ein Zähler 7 beaufschlagt, der die Anzahl von Perioden des zweiten Signals 2 zählen kann, die in eine Periode des ersten Signals 1 einbeschreibbar sind bzw. während dieses Zeitraums auftreten. Der in Figur 4 dargestellten Schaltungsanordnung ist weiterhin eine  
10 nicht dargestellte Steuereinrichtung zugeordnet, die die verschiedenen Komponenten in geeigneter Weise ansteuert. Von dem Zähler 7 werden für die zwei verschiedenen Werte für die Periodendauer des zweiten Signals 2 die Messungen durchgeführt und an einen Statistikblock 8 weitergeleitet, in dem die statistische Auswertung erfolgt. Dazu wird in dem Statistikblock 8 für die zwei verschiedenen Periodendauern des zweiten Signals 2 jeweils die Standardabweichung der Messergebnisse bzw.  
15 der vom Zähler 7 ermittelten Zählerstände gebildet. Der Statistikblock 8 ermittelt somit die beiden Werte  $\sigma_B$  und  $\sigma_C$ , die er an eine Auswerteschaltung 9 weiterleitet. Diese berechnet aus den beiden Werten  $\sigma_B$  und  $\sigma_C$  die quadrierte Standardabweichung bzw. Varianz  $\sigma_1^2$  und  $\sigma_2^2$  für das erste Signal 1 bzw.  
20 das zweite Signal 2. Dabei wird im Auswerteblock 9 die Referenzanzahl m berücksichtigt und werden zusätzlich zwei Regressionskoeffizienten CB und CC herangezogen, die rechnerisch oder experimentell zuvor bestimmt worden sind und in der Vorrichtung hinterlegt sind.

Die in Figur 4 dargestellte Einrichtung kann beispielsweise  
30 in einem integrierten Schaltkreis implementiert sein und als Selbsttesteinheit bei jeder Inbetriebnahme des integrierten Schaltkreises eine Abschätzung der Periodendauerschwankungen des ersten Signals 1 des Phasenregelkreises 5 durchführen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von Periodendauerschwankungen eines periodischen ersten Signals (1) und/oder eines periodischen zweiten Signals (2), wobei die Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) kleiner als die Periodendauer (3) des ersten Signals (1) ist und eine Referenzanzahl ( $m$ ) der Perioden des zweiten Signals (2) erfasst wird, die im Zeitraum einer Bezugszahl von Perioden des ersten Signals (1) auftreten,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine erste Referenzanzahl ( $m_0$ ) bei einer ersten Periodendauer des zweiten Signals (2) und eine zweite Referenzanzahl ( $m$ ) bei einer zweiten, von der ersten Periodendauer verschiedenen Periodendauer des zweiten Signals (2) ermittelt wird, und abhängig von der ersten und zweiten Referenzanzahl ( $m, m_0$ ) ein Maß für die Periodendauerschwankung des ersten Signals (1) und/oder des zweiten Signals (2) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Referenzanzahlen ( $m_0, m$ ) mehrmals ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Maß für Periodendauerschwankung eines Signals (1, 2) die Standardabweichung von Periodendauern des Signals (1, 2) ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Periodendauer des zweiten Signals (2) derart gewählt ist, dass der Einfluss der Periodendauerschwankung des ersten Signals (1) größer als der Einfluss der Periodendauerschwankung des zweiten Signals auf die erste Referenzanzahl ( $m_0$ ) ist..
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Periodendauer des zweiten Signals (2) derart gewählt ist, dass der Einfluss der Periodendauerschwankung des ersten Signals (1) kleiner als der Einfluss der Periodendauerschwankung des zweiten Signals (2) auf die zweite Referenzanzahl (m) ist.

5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Bezugsanzahl von Perioden des ersten Signals (1) 1  
ist.

15 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das erste Signal (1) das Ausgangssignal eines Phasenregelkreises (5) ist und das zweite Signal (2) das Ausgangssignal eines Referenzoszillators (6) ist.

20 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Verfahren als Selbsttest in einem integrierten Halbleiter durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zu Beginn der Ermittlung einer Referenzanzahl ( $m_0$ , m)  
das erste Signal (1) und das zweite Signal (2) in Phase sind.

30 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Periodendauerschwankung des ersten Signals (1)  
und/oder des zweiten Signals (2) zusätzlich in Abhängigkeit  
von zuvor ermittelten Regressionskoeffizienten (CA, CB) er-  
mittelt wird.

35

11. Vorrichtung zum Erfassen von Periodendauerschwankungen  
eines periodischen ersten Signals (1) und/oder eines periodi-

schen zweiten Signals (2), wobei die Periodendauer (4) des zweiten Signals (2) kleiner als die Periodendauer (3) des ersten Signals (1) ist und die Vorrichtung derart eingerichtet ist, dass sie eine Referenzanzahl ( $m_0$ , m) von Perioden des zweiten Signals (2) erfassen kann, die im Zeitraum einer Bezugsanzahl von Perioden des ersten Signals (1) auftreten, dadurch gekennzeichnet,

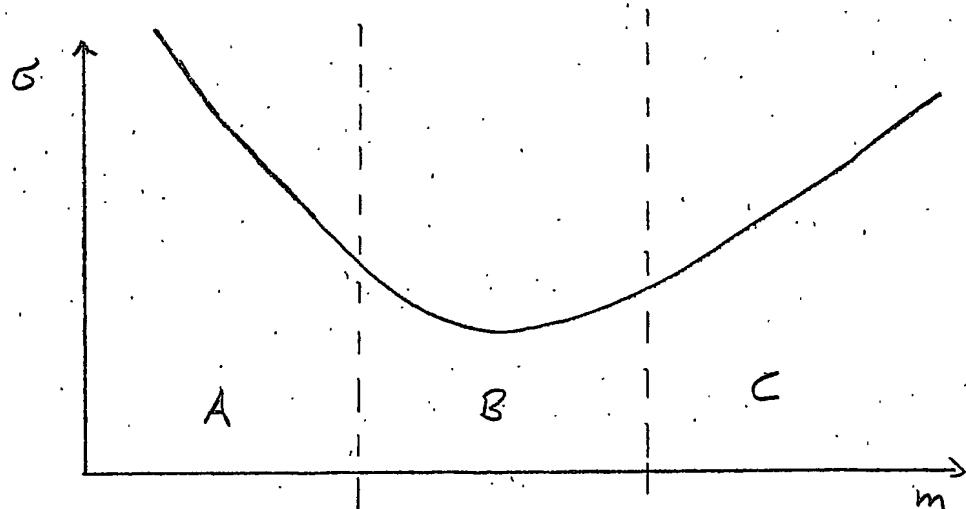
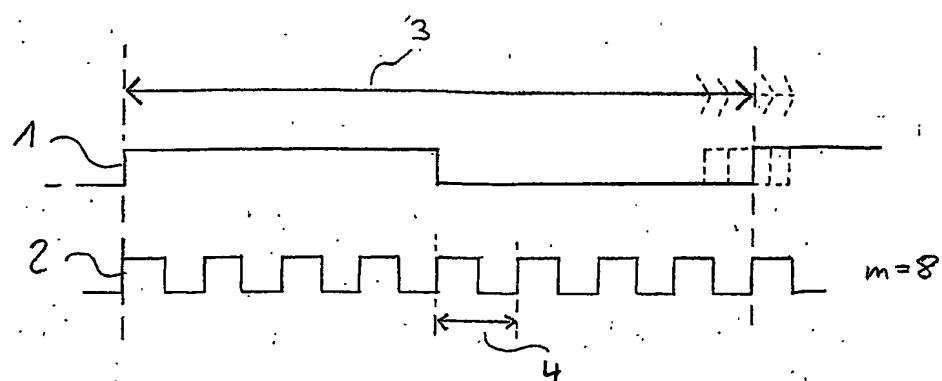
dass die Vorrichtung derart eingerichtet ist, dass sie eine erste Referenzanzahl ( $m_0$ ) bei einer ersten Periodendauer des zweiten Signals (2) und eine zweite Referenzanzahl (m) bei einer zweiten, von der ersten Periodendauer verschiedenen Periodendauer des zweiten Signals (2) ermitteln kann und abhängig von der ersten Referenzanzahl ( $m_0$ ) und der zweiten Referenzanzahl (m) ein Maß die Periodendauerschwankung des ersten Signals (1) und/oder des zweiten Signals (2) ermitteln kann.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Vorrichtung einen Referenzoszillator (6) zum Erzeugen des zweiten Signals (2) aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Vorrichtung einen Phasenregelkreis (5) aufweist und derart eingerichtet ist, dass das Ausgangssignal des Phasenregelkreises (5) das erste Signal (1) ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 dass die Vorrichtung ein integrierter Halbleiter ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach  
35 einem der Ansprüche 1 bis 9 eingerichtet ist.



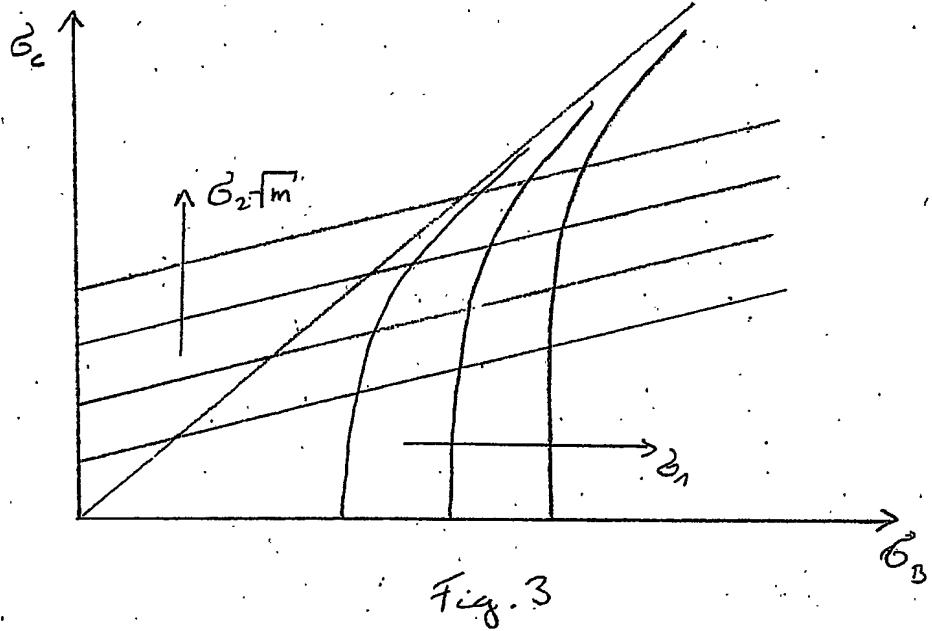


Fig. 3

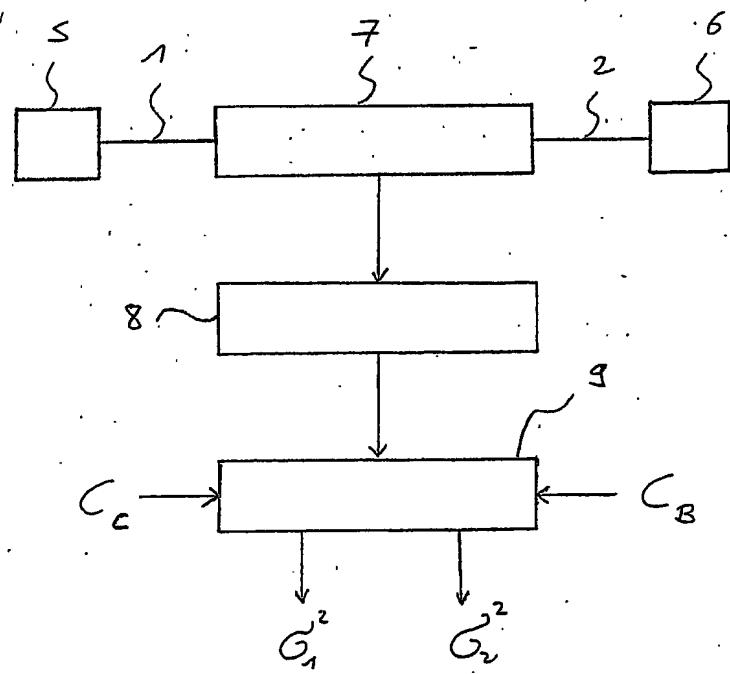


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**